



# OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2022

Finale Nazionale Perugia – 27 aprile

Prova pratica - Junior 2

## 1 – Salpeter 22

Dovete studiare un tipico ammasso aperto della nostra Galassia, al quale darete nome di Salpeter 22. Esso è composto da 300 stelle di sequenza principale le cui masse sono comprese fra 0.25 e 5.26 masse solari.

La Legge di Salpeter stabilisce che, in una regione di formazione stellare, il numero di nuove stelle  $n_{\text{stelle}_M}$  aventi una massa compresa in un certo intervallo di valori è dato dalla relazione:

$$n_{\text{stelle}_M} = \frac{a}{M^{2.35}}$$

dove  $a$  è una costante e  $M$  (in unità di masse solari) è il valore medio della massa in un dato intervallo.

Completate le seguenti tabelle calcolando:

1. il valore medio  $M$  della massa delle stelle per ognuno degli intervalli definiti nella prima colonna della Tabella 1 (dato dalla media dei valori massimo e minimo dell'intervallo);
2. il valore  $n_{\text{stelle}_M}$  nella forma  $a \cdot x$ , con  $x = 1/M^{2.35}$  (arrotondate alla terza cifra decimale);
3. il valore della costante  $a$  (dedotto dai dati della colonna  $n_{\text{stelle}_M}$ ), che va riportato nell'apposito riquadro della Tabella 2;
4. il numero di stelle  $N_{\text{stelle}_M}$  presenti nell'ammasso per ogni intervallo di massa indicato;
5. la percentuale  $P$  di stelle per ogni intervallo di massa rispetto al totale dell'ammasso;
6. la massa totale  $M_T$ , in masse solari, delle stelle per ogni intervallo di massa;
7. il valore della massa totale dell'ammasso  $M_{\text{TOT}}$  (dedotto dai dati della colonna  $M_T$ ), che va riportato in masse solari nell'apposito riquadro della Tabella 2.

Tabella 1

Intervallo (in $M_{\odot}$ )	$M$ (in $M_{\odot}$ )	$n_{\text{stelle}_M}$	$N_{\text{stelle}_M}$	$P$	$M_T$ (in $M_{\odot}$ )
0.25 - 0.75					
0.76 - 1.24					
1.25 - 1.75					
1.76 - 2.24					
2.25 - 2.75					
2.76 - 3.24					
3.25 - 3.75					
3.76 - 4.24					
4.25 - 4.75					
4.76 - 5.26					

Tabella 2

$a =$	$M_{\text{TOT}} =$
-------	--------------------

Considerate il numero di stelle presenti negli intervalli di massa di Salpeter 22.

8. Qual è la massa media delle stelle dell'ammasso aventi massa compresa tra  $0.25 M_{\odot}$  e  $1.24 M_{\odot}$ ?
9. Qual è la massa media delle stelle dell'ammasso aventi massa compresa tra  $0.25 M_{\odot}$  e  $3.24 M_{\odot}$ ?
10. Qual è la massa media delle stelle dell'ammasso?

Soluzione

Tabella 1

Intervallo (in $M_{\odot}$ )	M (in $M_{\odot}$ )	$n_{\text{stelle}_M}$	$N_{\text{stelle}_M}$	P	$M_T$ (in $M_{\odot}$ )
0.25 - 0.75	0.50	$a \cdot 5.098$	218	72.7	109
0.76 - 1.24	1.00	$a \cdot 1.000$	43	14.3	43.0
1.25 - 1.75	1.50	$a \cdot 0.386$	17	5.7	25.5
1.76 - 2.24	2.00	$a \cdot 0.196$	8	2.7	16.0
2.25 - 2.75	2.50	$a \cdot 0.116$	5	1.7	12.5
2.76 - 3.24	3.00	$a \cdot 0.076$	3	1.0	9.0
3.25 - 3.75	3.50	$a \cdot 0.053$	2	0.7	7.0
3.76 - 4.24	4.00	$a \cdot 0.038$	2	0.7	8.0
4.25 - 4.75	4.50	$a \cdot 0.029$	1	0.3	4.5
4.76 - 5.26	5.01	$a \cdot 0.023$	1	0.3	5.0

Tabella 2

$a = 42.77$	$M_{\text{TOT}} = 239.5 M_{\odot}$
-------------	------------------------------------

8. Nell'intervallo indicato ci sono un totale di  $218 + 43 = 261$  stelle, con una massa totale di  $109 M_{\odot} + 43 M_{\odot} = 152 M_{\odot}$ , quindi la massa loro massa media vale  $0.582 M_{\odot}$ .
9. Nell'intervallo indicato ci sono un totale di  $218 + 43 + 17 + 8 + 5 + 3 = 294$  stelle, con una massa totale di  $109 M_{\odot} + 43 M_{\odot} + 25.5 M_{\odot} + 16 M_{\odot} + 12.5 M_{\odot} + 9 M_{\odot} = 215 M_{\odot}$ , quindi la massa loro massa media vale  $0.731 M_{\odot}$ .
10. L'ammasso contiene 300 stelle e ha una massa totale di  $239.5 M_{\odot}$ , quindi la massa media delle stelle dell'ammasso è di  $0.798 M_{\odot}$ .



# OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2022

Finale Nazionale Perugia – 27 aprile

Prova pratica - Junior 2

## 2 – La variabile da scoprire

$JD_{\text{oss}}$	$m_V$
0.44	13.42
0.52	13.50
0.61	13.57
1.31	13.97
1.40	13.98
1.48	14.00
2.44	13.64
2.53	13.57
2.62	13.50
3.49	12.66
3.58	12.58
3.66	12.50
4.45	12.03
4.54	12.02
4.62	12.00
5.50	12.29
5.58	12.36
5.67	12.42
6.45	13.17
6.54	13.26
6.63	13.34
7.50	13.94
7.59	13.97
7.68	13.98
8.46	13.82
8.55	13.77
8.64	13.71

Sono state condotte osservazioni fotometriche di una stella di coordinate  $\alpha = 11^{\text{h}} 59^{\text{m}} 57^{\text{s}}$ ,  $\delta = +04^{\circ} 42' 29''$  per nove notti consecutive in cui era in vigore l'ora solare.

Alla mezzanotte di tempo solare medio della prima notte di osservazioni il giorno giuliano era  $JD = 2459659.50$  e la stella si trovava in prossimità della culminazione superiore.

Le osservazioni, che hanno permesso di scoprire che si tratta di una stella variabile, sono riportate nella tabella a sinistra.

Nella colonna  $JD_{\text{oss}}$  è riportato il tempo dell'osservazione, calcolato sottraendo al giorno giuliano dell'osservazione il valore  $JD_0 = 2459659.0$  (quindi un'osservazione condotta, per esempio, a  $JD = 2459660.48$  è riportata in tabella con il valore  $JD_{\text{oss}} = 1.48$ ).

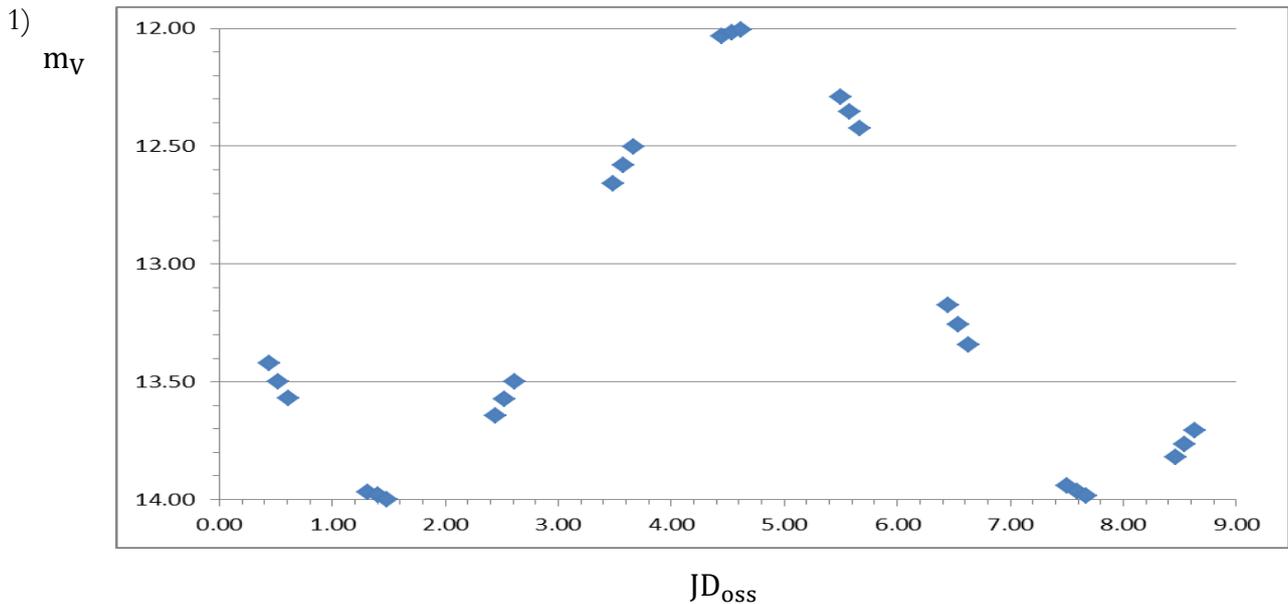
Nella colonna  $m_V$  è riportata la magnitudine apparente della stella nella banda fotometrica V.

Con i dati a disposizione:

1. disegnate la curva di luce della variabile nel grafico 1 fornito con il testo;
2. determinate il periodo della variabile in giorni;
3. assumendo che il periodo di variabilità sia costante, stimate la magnitudine che si osserverà a  $JD = 12.56$ ;
4. determinate quali saranno le prossime due date in cui sarà possibile osservare il massimo di luminosità entro un intervallo di  $\pm 2\text{h}$  dalla mezzanotte locale;
5. stimate il periodo dell'anno in cui sono state fatte le osservazioni;
6. stimate la longitudine dell'osservatorio da cui sono state effettuate le misure.

## Soluzione

### Grafico 1



- Al minimo di luminosità la magnitudine della stella vale circa 14, mentre al massimo di luminosità la sua magnitudine è circa 12. Nel grafico le luminosità minima e massima cadono rispettivamente a  $JD=1.48$  e  $JD=4.62$ . La differenza di questi tempi, pari a 3.14 giorni giuliani, è il semiperiodo. Il periodo della variabile è quindi 6.28 giorni giuliani.
- La data  $JD=12.56$  è al di fuori dell'intervallo misurato. Tuttavia, poiché il periodo è costante, la magnitudine sarà uguale a quella misurata 6.28 giorni prima, ovvero a  $JD=6.28$ . La stella avrà quindi magnitudine pari a circa 13.0.
- Un intervallo di 2 ore corrisponde a una frazione di giorno pari a 0.08. Poiché la parte frazionaria del  $JD$  vale 0.5 alle 00:00 UT, dobbiamo calcolare quali massimi si verificheranno quando la parte frazionaria del  $JD$  sarà compresa tra 0.42 e 0.58, che corrisponde a un intervallo di  $\pm 2$ h dalla mezzanotte locale. Dal momento che il massimo (a magnitudine 12.0) si osserva a  $JD=4.62$ , i prossimi massimi si verificheranno dopo intervalli di 6.28 giorni giuliani, pari al periodo, ovvero a circa:  $JD=10.90$ ,  $JD=17.18$ ,  $JD=23.46$ ,  $JD=29.74$ ,  $JD=36.02$ ,  $JD=42.3$ ,  $JD=48.58$ . Tra quelli elencati i primi due che rispettano la condizione richiesta sono  $JD=23.46$  e  $JD=48.58$ .
- La stella ha AR di circa 12h e il primo giorno di osservazioni è osservata vicino al meridiano alla mezzanotte. In quel momento il Sole aveva quindi AR pari circa a 0h. Possiamo dedurre che le osservazioni si sono svolte in prossimità dell'equinozio di primavera.
- La frazione di giorno giuliano vale 0.5 alle ore 00:00 UT. Poiché alla mezzanotte di tempo solare medio del primo giorno di osservazione si aveva  $JD = 2459659.50$  deduciamo che l'osservatorio si trova sullo stesso fuso orario del meridiano di Greenwich e quindi la sua longitudine è compresa nell'intervallo  $\pm 7^\circ.5$ .